

C. LE

NOTE RECAPITULATIVE SUR L'ESSAI MANGORO N°II

TRAVAIL DU SOL (AVEC ET SANS ENGRAIS)

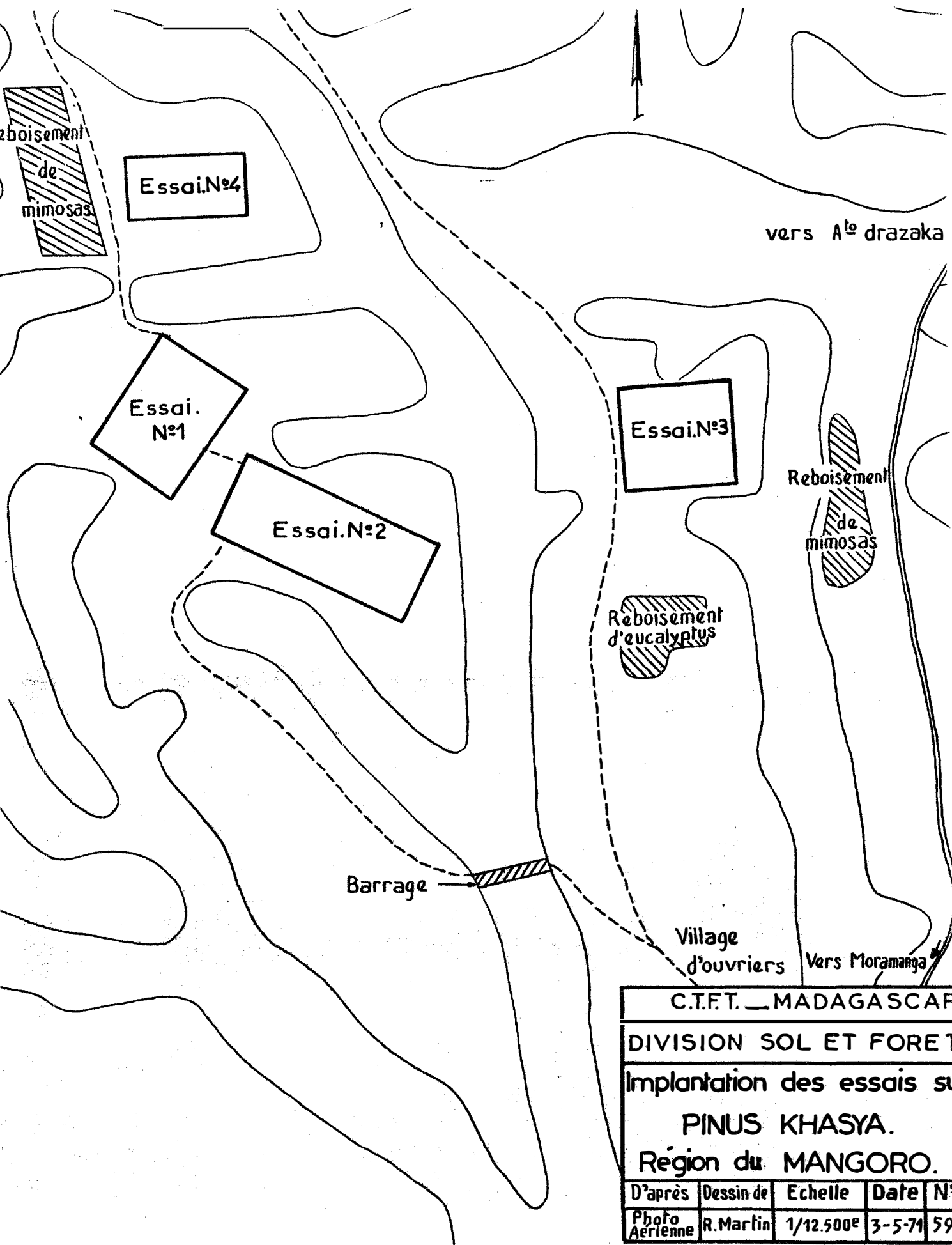
=====

code : (691) : 24/2/1982

24/2/1982

D. LOUPPE
Juin 1981.

24/2



CR (13-P) (2) (11)

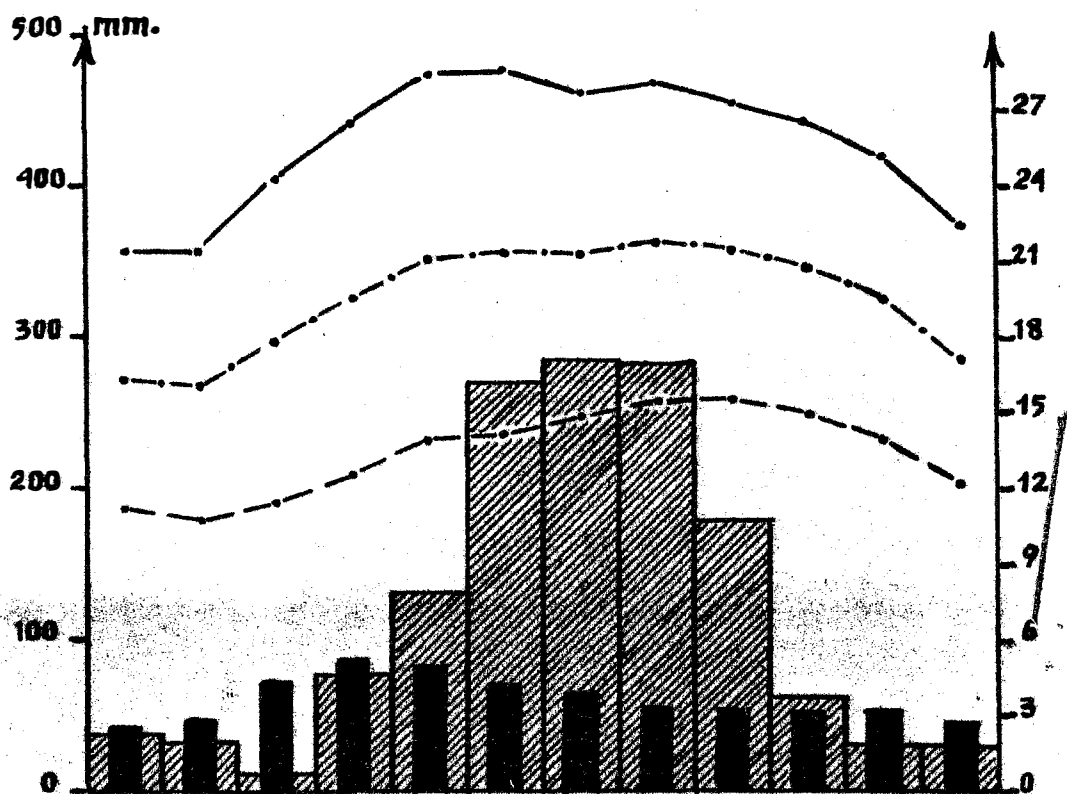
STATION D'ANALABE

(Haut - Mangoro)

Données Climatiques.

Précipitations
Evaporation (Piche)

Températures °C



Mois	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	ANNEE
Précipitations	37,8	31,9	10,8	78,5	131,3	270,6	284,5	283,7	178,9	61,1	36,4	34,2	1429,7
Evaporation	43,4	48,8	71,4	87,0	87,7	70,7	64,7	56,5	54,5	52,1	53,3	45,1	731,2
Temp. max.	21,5	21,5	24,3	26,6	28,5	28,7	27,8	28,2	27,4	26,6	25,2	22,5	25,7
Temp. min.	11,2	10,0	11,5	12,6	14,0	14,1	14,9	15,5	15,6	15,0	14,0	12,2	13,5
Temp. moy.	16,4	16,1	17,9	19,6	21,2	21,4	21,3	21,8	21,5	20,8	19,6	17,3	19,6

Précipitations = moyennes 1968 - 1980.
Evaporation = moyennes 1968 - 1977.
Températures = moyennes 1968 - 1977.

138- Pédologie.

Sol ferrallitique fortement désaturé, typique, induré, formé sur alluvions anciennes fluvio-lacustres =

Le sol présente par place des indurations (stone-lines) entre 40 et 70cm de profondeur.

Les caractères analytiques du profil creusé à l'emplacement de l'essai (profil BA 32-4) sont les suivants :

- réaction du sol très acide = pH = 4,5 à 4,7
- texture moyenne à grossière jusqu'à 100 cm de profondeur
- teneur en matière organique moyenne en surface, diminuant avec la profondeur
- capacité d'échange faible à très faible, 6% en surface, 2% en profondeur
- déficience en acide phosphorique assimilable, en calcium, magnésium et potasse échangeable.

L'essai en vase de végétation repris dans le graphique ci-dessous (VV 14) a été réalisé sur le même type de sol, mais à l'emplacement de l'essai I (traces d'anciennes cultures). Il confirme la présence de très graves carences en phosphore et potassium ainsi que des carences secondaires en soufre et magnésium.

14. Dispositif expérimental

141- Espèce test

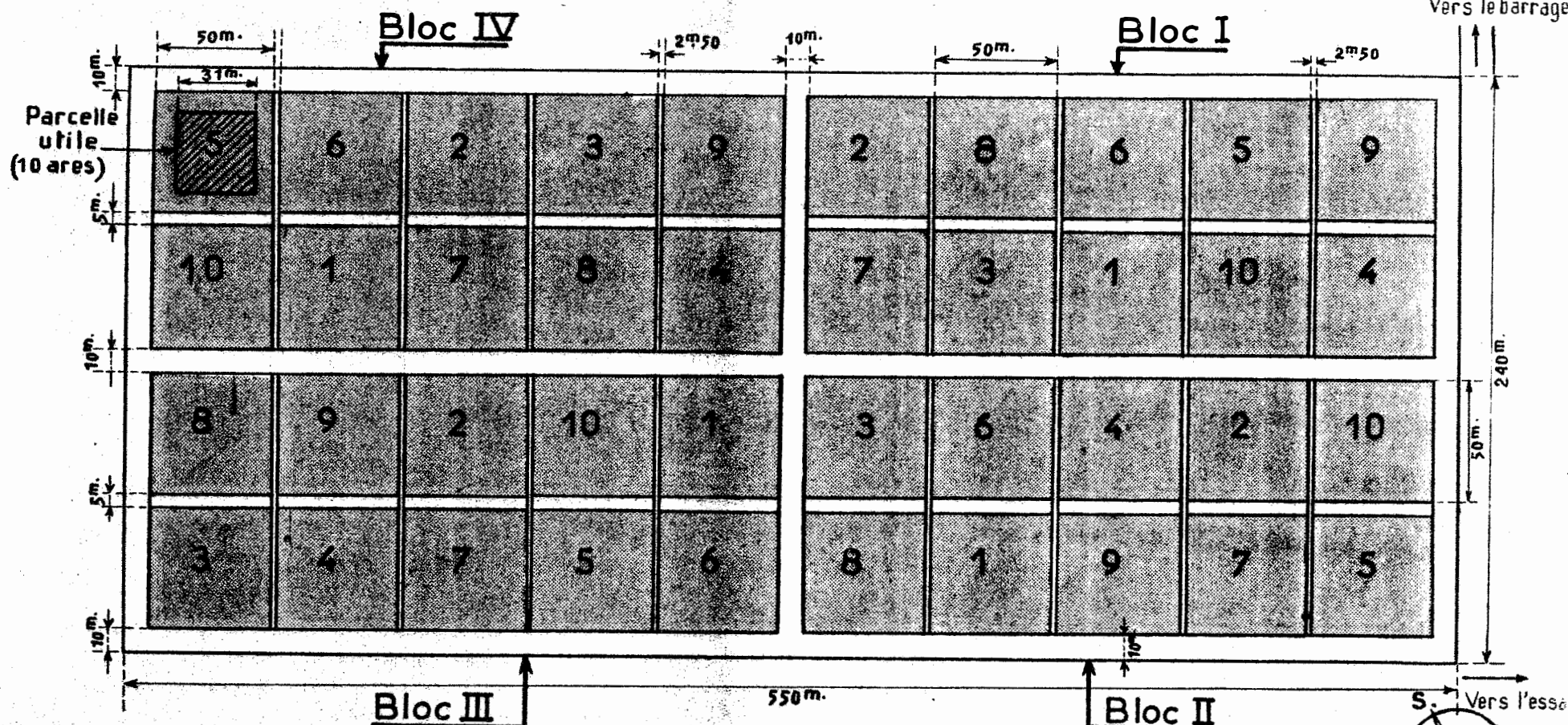
Pinus kesiya éduqué en boulette.

142- Dispositif

En blocs complets avec 4 répétitions, 5 traitements selon le type du travail du sol, divisés chacun en 2 sous-traitements = sans et avec engrais.

143- Traitements (voir croquis n°595 ci-dessous)

- 1- Trouaison (T) potets ordinaires de 40 x 40 x 40cm avec sarclage autour du plant au moment de la plantation
- 2- Sous-solage (SS) avec sarclage sur un rayon de 50-cm autour



Traitement	Sous traitement sans engrais.	Sous traitement avec engrais.
Trouaison	1: T.	6: T.E.
Sous-solage sarclé	2: SS.	7: SS.E
Billonnage	3: B.	8: B.E
Sous-solage + Billonnage	4: SS.B.	9: SS.B.E
Labour en bande	5: L.B.	10: L.B.E.

Fertilisation

- 50g. Supertriple.
- 50g. Hyperphosphate.
- 50g. Sulfate de Potasse.
- 100g. Dolomie.

C.T.F.T. MADAGASCAR.

DIVISION SOL ET FORET.

ESSAI N°2

Mode de Plantation

Pinus Khasya - Mangoro.

Par	Echelle	Date	N°
B. de Coignac. C. Malvos.	1/2.500 ^e	3-5-1971	595

Plantation: janvier - février 1969 Densité de plantation: 2.000 PI /Ha.

du plant au moment de la plantation. Est réalisé à l'aide d'un tracteur à chenilles HANOMAG, équipé d'un corps sous-socle travaillant à $\pm 35\text{CM}$ et faisant éclater le sol sur une largeur de 40cm environ.

- 3- Billonnage (B) réalisé à l'aide d'un tracteur à roues MASSEY-FERGUSON 165, équipé d'une charrue Monosoc réversible HUART, effectuant deux passages en sens inverse afin de former un billon - (emprise 1,10m, largeur du billon = 0,9m, hauteur 0,5m).
- 4- Sous-solage-billonnage (SSE) est une combinaison des deux traitements précédents = le billon étant à l'a plomb de la raie de sous-solage.
- 5- Labour en bandes (B) réalisé avec le même matériel que le billonnage mais le passage de la charrue se fait deux fois dans le même sens - profondeur du travail du sol = environ 25cm (emprise 1,20m, largeur de terre retournée = 0,9m.)

Ces types de travail du sol sont schématisés au croquis 593 ci-après.

Il est à noter que le labour et le billonnage sont deux techniques de travail du sol qui éliminent les adventices de telle sorte que le sarclage est inutile au moment de la plantation.

Ces 5 traitements sont divisés en deux sous-traitements :

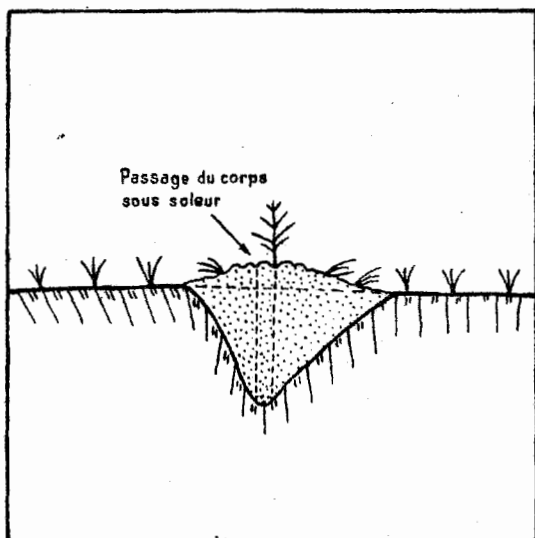
a/- sans engrais

b/- avec engrais = la formule utilisée est la suivante = (2000 plants/ha)

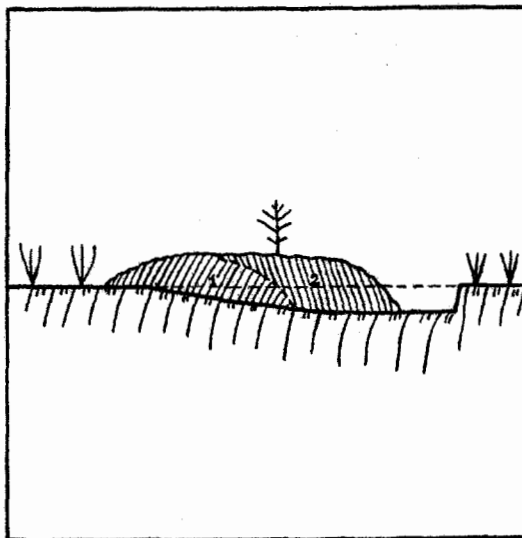
Reboisement du HI-Mangoro

Modes de Préparation du Sol.

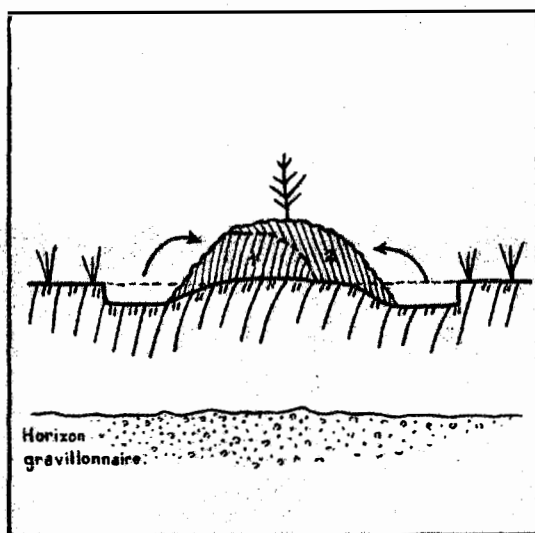
Essai N°2



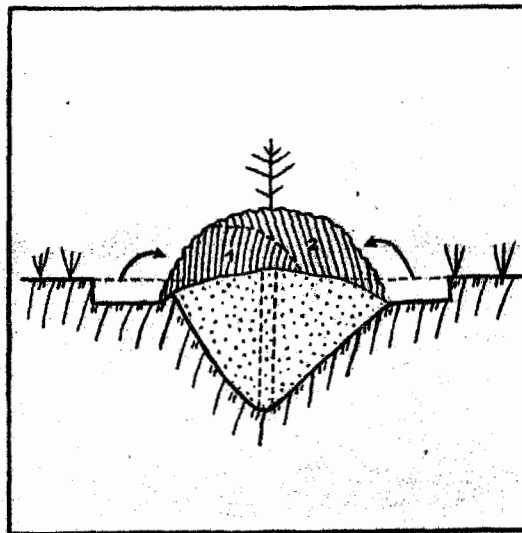
Sous-solage.



Labour en bande.



Billonnage.



Sous-solage + Billonnage.

LEGENDE :

	Horizon supérieur en place.		Horizons supérieurs retournés (labour-billon)
	Horizon sous-jacent en place.		Horizon en place éclaté et ameubli (sous-solage)
	Position du jeune plant.		

- 1.8. Un mètre pliant à branches de 20cm donne l'échelle des photos.
- Les limites entre horizons différents ont été matérialisées avec des allumettes.
 - Le trou dans le fond de la raie de sous-solage a été fait avec la pointe d'un couteau pour estimer l'ameublissement, il n'apparaît pas naturellement.

C.T.F.T. MADAGASCAR.			
SOL ET FORET.			
SCHEMA D'INTERPRETATION DE LA PLANCHE PHOTOGRAPHIQUE CI-CONTRE			
Par	Dessiné	Date	N°
B. de Coignac.	R. François.	Mai. 1971	593

Symbole	Engrais	Q (g/ plant)	Eléments (Kg / ha)			
			P ₂ O ₅	CaO	K ₂ O	MgO
P ₂ O ₅ + CaO	Hyperphosphate	50 g.	30 Kg	50 Kg		
P ₂ O ₅ + CaO	Supertriple	50	46	44		
K ₂ O	Sulfate de K	50			48	
CaO + MgO	Dolomie	100		60		44
	Total	250 g.	76 Kg	154 Kg	48	44

Au total, nous avons donc la répartition suivante entre traitements et sous-traitements.

Traitements	Sous-traitements	
	sans engrais	avec engrais
Trouaison	1 = T	6 = T E
Sous-solage	2 = SS	7 = SSE
Billonnage	3 = B	8 = B E
Sous-solage + Billon.	4 = SSB	9 = SSEB
Labour en bandes	5 = L	10 = L E

144- Parcelles

Superficie totale = 25 ares soit 50 x 50 m; la parcelle utile (sans les bordures) est de 10 ares = 31 x 31 m.

145- Densité de plantation

Le travail du sol a été réalisé en courbes de niveau, celles-ci n'étant jamais rigoureusement parallèles les écartements théoriques de 2,5m entre les lignes et 2,0m sur la ligne ne sont pas toujours respectés.

La densité théorique est de 2000 plants par hectare = donc de deux cents plants observables par parcelle.

15. Calendrier des travaux.

- Implantation de l'essai = 12 Septembre 1968
- Travail du sol =
 - . sous-solage = 11-12 Novembre 1968
 - . labour et billonnage = 3- 4 Décembre 1968
 - . trouaison = 4- 5 Décembre 1968
- Mise en place des engrais et rebouchage de trous. = 13 Décembre 1968
- Rebouchage des trous sans engrais = 18-19 Décembre 1968
- Plantation
 - . bloc I = 30 Janvier 1969
 - . blocs II - III et IV = 6 Février 1969
- Remplacements
 - . premier remplacement en Pinus kesiya = 10-11 Mars 1969
 - . second remplacement en Pinus patula = Février 1970

REMARQUE = Aucun désherbage n'a été réalisé autre que le sarclage à la plantation des traitements trouaison (1-6) et sous-solage (2-7).

16. Remarque sur l'origine des plants mis en place.

Les plants, suite à des problèmes d'approvisionnement proviennent de deux pépinières différentes =

Les plants mis en place dans le bloc I proviennent d'Ambatobe et pesaient en moyenne 0,134 g. de matière sèche.

Les plants des blocs II, III et IV, provenant de la pépinière de Morarano (Mangoro) pesaient 0,410 g. soit 3 fois plus.

2. Résultats obtenus.

21- Mortalité.

Trois comptages ont été réalisés :

- le premier, le 10 mars 1969, un peu plus d'un mois après la plantation
- le second, le 3 juin 1969, faisait la part entre les plants d'origine et les plants du premier remplacement
- le troisième, le 20 janvier 1970.

Les résultats de ces comptages sont présentés aux tableaux I à III en annexe.

(Nous ne donnons pas ici la mortalité subséquente car elle n'est vrai semblablement plus en relation aussi étroite avec le mode de préparation des sols).

211- Effets du travail du sol.

2111- A un mois =

mortalité (%)

Traitements	sans engrais	avec engrais	Moyennes
Trouaison	27,4	24,4	25,9
Sous-solage	21,3	29,2	25,3
Billonnage	9,3	10,2	9,8
S-S-B	10,3	11,0	10,7
Labour	16,8	12,8	14,8
Moyennes	17,0	17,5	17,2

L'apport d'engrais n'agit pas sur la mortalité à la plantation.

On observe 2 classes de mortalité selon le type de travail du sol.

1. Faible mortalité < 15 %

- billonnage
- sous-solage-billonnage
- labour

2. Forte mortalité > 25 %

- sous-solage
- trouaison.

Ce qui est confirmé par l'analyse de la variance (blocs complets = 10 traitements, 4 répétitions)

S.V.	SCE	ddl	CM.	Fobs
Traitements	2137,5	9	237,5	5,66 * **
Blocs	203,7	3	67,9	1,62
Erreur	1133,5	27	42,0	
Total	3474,7	39		

la plus petite différence significative = $4,58 \times 2,052 = 9,4 \%$

Traitements	3	8	4	9	10	5	2	6	1	7
% morts	9,3	10,2	10,3	11,0	12,8	16,8	21,3	24,4	27,4	29,2
Comparaison										

2112. A 4 mois.

Tableau III = Mortalité (en %) survenue chez les plants survivants au 10 mars, entre cette date et le 3 juin =

Traitement	sans engrais	avec engrais	Moyennes
Trouaison	3,4	3,4	3,4
Sous-solage	4,7	6,1	5,4
Billonnage	2,1	1,3	1,7
S-S-B	1,7	1,3	1,5
Labour	3,4	2,3	2,9
Moyennes	3,1	2,9	3,0

On ne constate ici non plus aucun effet de l'apport d'engrais. L'effet du travail du sol sur la mortalité supplémentaire pendant ces trois mois est nettement moins marqué qu'à la plantation = ici c'est surtout le sous-solage qui montre une mortalité supplémentaire conséquente.

Tableau IV. Mortalité (en %) survenue dans les plants de remplacement au cours des trois premiers mois.

Traitements	sans engrais	avec engrais	Moyennes
Trouaison	4,2	6,4	5,3
Sous-solage	15,5	3,1	9,3
Billonnage	4,8	2,5	3,7
S.S.B.	1,5	0,9	1,2
Labour	6,0	4,3	5,2
Moyennes	6,4	3,4	4,9

La mortalité atteignant les plants remplacés est inférieure à celle ayant touché les plants lors de la plantation.

Ceci est dû au fait que =

- les plants mis en place en mars étaient plus vigoureux
- des précipitations abondantes ont suivi les remplacements tandis que la plantation a été suivie par une période de sécheresse. (du 18 février au 6 mars).

Est surtout touché le sous-solage sans apport d'engrais.

2113. A un an.

Tableau V. Mortalité (en %) à un an.

Traitements	sans engrais	avec engrais	Moyennes
Trouaison	7,5	8,4	8,0
Sous-solage	10,3	6,7	8,5
Billonnage	3,7	2,9	3,3
S-S-B.	3,1	2,4	2,8
Labour	5,7	3,6	4,7
Moyennes	6,1	4,8	5,5

On retrouve, moins marqué, (l'analyse de la variance donne $F_{obs} = 2,24 - F_{théorique} 0,95 = 2,25$) le même classement, selon l'importance de la mortalité, qu'à 1 mois.

La trouaison ainsi que le sous-solage apparaissent assez défavorables pour la reprise à la plantation.

(Ce fait a également été observé dans l'essai III = sous-solage-billonnage = mortalité à 1 mois = 6,9 %
trouaison = 23,6 %)

212.- Influence de la vigueur des plants à la sortie de pépinière

Tableau VI- Caractéristiques des plants utilisés.

Caractéristiques mesurées		Pépinières	
		Ambatobe	Mangoro (Morarano)
Poids (gr de matière sèche)	Tige	0,105	0,333
	Racine	0,029	0,077
	Total	0,134	0,410 (306 %)
Longueur (mm)	Tige	80	79
	Racine	91	96
	Total	171	175

Les plants d'Ambatobe ont été utilisés pour la plantation dans le bloc I, les autres (Morarano) ont été plantés dans les blocs II, III et IV.

Tableau VII. Mortalité -(%) selon les blocs.

Age	B l o c s				Moy.
	I	II	III	IV	
1 mois	20,8	17,1	16,6	14,5	17,2
1 an (remplacement à 1 mois)	13,0	1,9	2,7	4,2	5,4

Si la mortalité, bien que plus importante, dans le bloc I n'est pas significativement différente des autres blocs ($F_{obs} = 1,62 / F_{th} = 2,96$) avant le remplacement de mars 1969, elle le devient très hautement ($F_{obs} = 19,9 / F_{th} 0,95 = 2,96$) après un an.

La qualité des plants apparaît donc très importante pour la réussite d'une plantation.

Nous suivons comparativement l'évolution des plants d'Ambatobe et de Morarano dans les prochains paragraphes traitant des hauteurs et des volumes.

22. Hauteurs

221- Les mensurations en hauteur ont été réalisées en :

Septembre	1970	Age	= 20 mois
Août	1971		= 2 ans 6 mois
Août	1972		= 3 ans 6 mois
Juillet	1973		= 4 ans 5 mois
Août	1974		= 5 ans 6 mois
Novembre	1976		= 7 ans 10 mois
Novembre	1977		= 8 ans 10 mois
Novembre	1978		= 9 ans 10 mois
Décembre	1979		= 11 ans

Réalisation des mensurations.

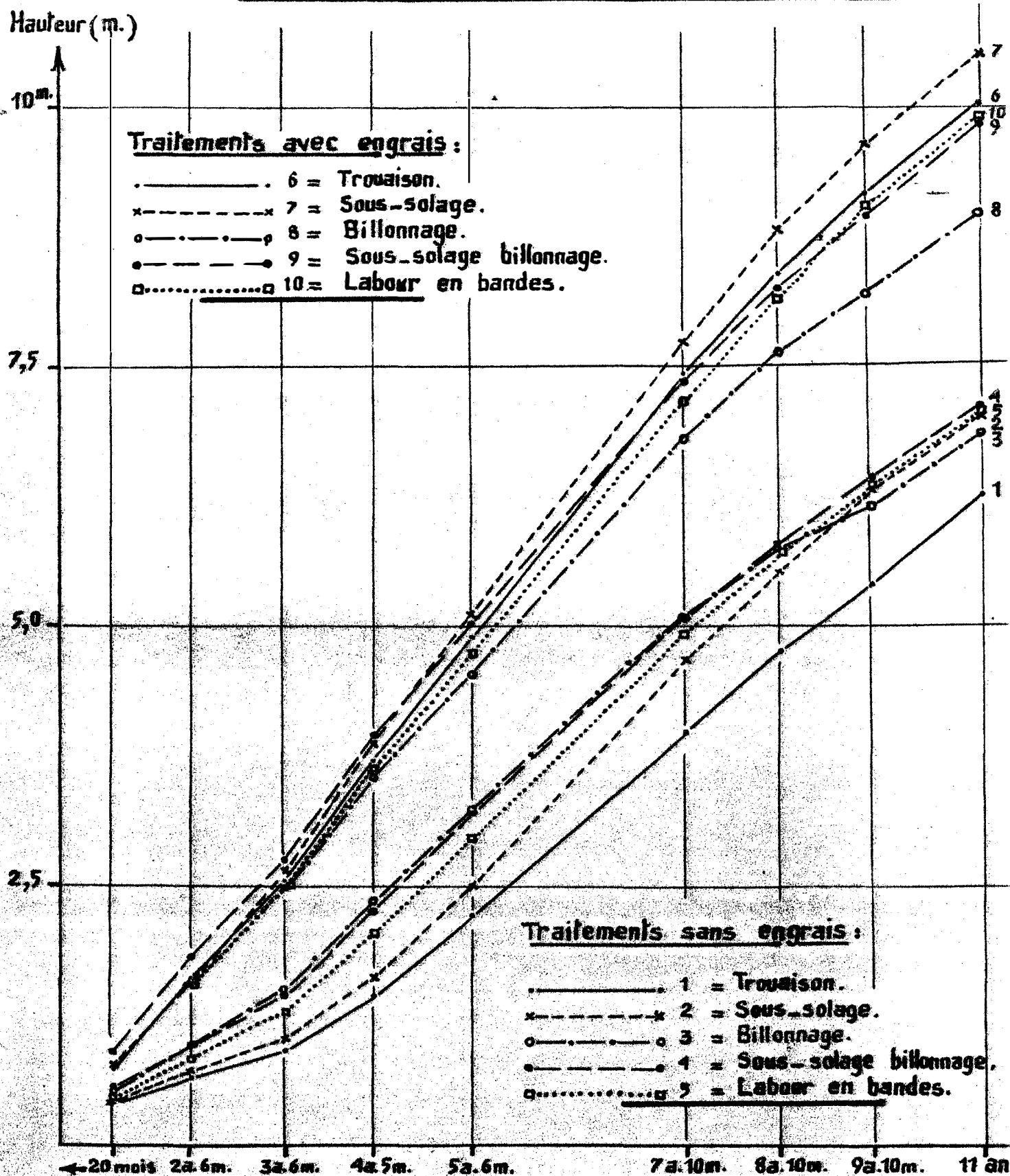
En raison du grand nombre de plants par parcelle (200 plants par plateau observé) il n'a pas été possible, sauf en septembre 1970, de mesurer tous les plants en hauteur. Cette mesure est d'ailleurs de plus en plus difficile à mesure que les arbres grandissent. Aussi les mesures sont-elles réalisées sur un échantillon d'environ 50% des arbres (60 à 90 arbres) mis en place en 1971 et suivi depuis lors.

- Résultats

Le graphique ci-après présente l'évolution en hauteur des différents traitements.

Le tableau IV en annexe présente les résultats parcelle par parcelle.

Essai Mangoro N°2 - Evolution des hauteurs moyennes.



-- Méthodologie d'analyse des données.

- a/ Le dispositif de l'essai est un " blocs complets à 5 répétitions avec 2 sous-traitements "

En 1971 dans " Essais sur *Pinus khasya* au Mangoro, premiers résultats cet essai a été analysé selon ce modèle et les premières remarques furent celles-ci =

- " Cette analyse globale des traitements et sous-traitements nous a
" montré que l'action de l'engrais était à tous points de vue important
" et qu'elle risquait, dans notre étude du travail du sol de masquer
" bien des effets moins spectaculaires mais ayant aussi leur importance
" Ceci montre bien qu'il aurait mieux valu apporter l'engrais dans des
" sous-blocs et non dans des sous-traitements.
" Rien n'empêche compte-tenu de ces remarques de réaliser pour chaque
" groupe de traitements deux analyses séparées = 1) sous-traitements
" sans engrais, 2) sous-traitements avec engrais "

C'est ce qui va être fait dans la suite de cette étude de la hauteur moyenne.

- b/ La parcelle I4 (Bloc I Traitement 4) a été la première année ^{envahie} par du chien_dent (*Cynodon*) et il a été question de la considérer comme parcelle manquante.

Vérifions si les données de cette parcelle sont aberrantes.

	A g e	
	4 ans 5 mois	9 ans 10 mois
Calcul du résidu $r(I_4) = x_{I_4} - \bar{x}_I - \bar{x}_4 + \bar{X}$	43,6	26,1
Ecart type résiduel = $\sqrt{\text{variance erreur}}$	25,11	50,70
Valeur totale 3 (Note statistique n° 10)	2,067	2,067
S X valeur totale 3	51,9	104,8
Comparaison !! si $r(I_4) > S_x$ valeur table 3 alors I_4 est aberrant	pas d'aberration valeurs à	pas d'aberration conserver.

Les données de la parcelle I_4 sont donc acceptables et seront incluses dans les analyses.

b/ La parcelle I_3 (Bloc I, traitement 3) par contre est à éliminer. Le centre de la parcelle est situé exactement sur un ancien parc à boeufs. Ceci se constate très bien sur les photos aériennes prises en novembre 1972 et mai 1973 (voir = la Fertilisation de plantations de Pins à Madagascar, Expérimentations et mise en oeuvre, p. 192).

La fertilisation organique à forte dose apparaît très efficace. En effet à 11 ans cette parcelle a une hauteur moyenne de 12,1 mètres alors que la moyenne des 20 parcelles fertilisées n'est que de 9,9 m au même âge (la meilleure parcelle fertilisée n'atteint que 11,6 m).

Cette parcelle a donc été remplacée, dans les analyses, par sa valeur calculée par la formule suivante =

$$x_m = \frac{k_B X'_B + k_T X'_T - X^4}{(k_B - 1)(k_T - 1)}$$

dans laquelle

kD et kT = sont le nombre de blocs et de traitements

$X'D$ et $X'T$ = le total du bloc et du traitement concernés

compte non tenu de la valeur aberrante.

X' = total général sans la valeur aberrante.

222- Effet de la fertilisation

Cet effet n'est pas analysé puisque les parcelles fertilisées ou non sont regroupées dans des analyses différentes.

Cependant nous allons les comparer ici :

Tableau VIII

Evolution de la hauteur moyenne (cm) des traitements fertilisés et non fertilisés.

sous- traitements	A g e (Années)									
	1,7	2,5	3,5	4,5	5,5	7,8	8,8	9,8	11,0	
Non fertilisé	48	83	123	194	283	476	550	614	687	
fertilisé	78	163	258	373	486	731	827	902	988	
Gain dû à la fertili- sation	30cm	80cm	135cm	179cm	203cm	255cm	277cm	288cm	301cm	
	63	96	110	92	72	54	50	47	44	
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	

Bien que le gain relatif (%) diminue avec le temps, la fumure de fond reste active (directement ou indirectement ?) après 11 ans : l'accroissement annuel des parcelles fertilisées reste supérieur à celui des parcelles n'ayant pas reçu d'engrais.

223- Effet du travail du sol

2231 - Sur les parcelles non fertilisées

. A 20 mois

Tableau d'analyse de la variance

Sources de variations	SCE	ddl	CM	F obs
T	693,5	4	173,4	7,34 **
B	712,6	3	237,5	10,06 ***
Erreur	259,7	11	23,6	
Total	1665,8	18	CV = 9,7 %	

$$ppds = 3,29 \times 2,179 = 7,17$$

$$ppds' = 3,78 \times 2,201 = 8,31$$

Trait.	1(T)	2(SS)	5(L)	3(B)	4(SSB)
Hauteurs	41	42	48	52	56
%	+0	+ 2,5	+ 17,6	+ 28,2	+ 37,3

Globalement on peut donc déterminer deux groupes de traitements = les moins bons = trouaison et sous-solage, les meilleurs, billonnage et sous-solage-billonnage, le labour en bandes étant intermédiaire.

Afin d'améliorer la sensibilité de l'analyse, nous effectuerons les deux comparaisons orthogonales suivantes :

1) Effet du sous-solage et du billonnage = compare 4 traitements =

- 1.- Trouaison = Témoin = T
- 2.- Sous-solage = SS
- 3.- Billonnage = B
- 4.- Sous-solage-billonnage = SSB

La décomposition est la suivante :

Traitements	T	SS	B	SSB	Diviseur
Effet SS	-	+	-	+	16
Effet B	-	-	+	+	16
Interaction	+	-	-	+	16

2/ Effet du travail superficiel
(différence Labour-Billon)

La décomposition orthogonale de ces 3 traitements :

- 1/ Trouaison = Témoin = T
2/ Billonnage = B
3/ Labour en bandes = L

se fait selon le schéma ci-dessous :

Traitements	T	B	LB	Div.
Travail superficiel	- 2	+	+	24
Comp. L - B	0	+	-	8

- Effet du sous-solage et du billonnage

Analyse de la variance

Sources de variations	SCE	ddl	C.M.	F obs.
Effet SS	22,6	1	22,6	0,83
Effet B	663,1	1	663,1	24,21***
Interaction	7,6	1	7,6	0,28
T	693,2	3	231,1	8,44 **
B	621,2	3	207,1	7,56 **
Erreur	219,1	8	27,4	
Total	1533,4	14		

On n'observe aucun effet de sous-solage ni d'interaction de celui-ci avec le billonnage.

Par contre, l'effet du billonnage est très hautement significatif.

- Effet du travail superficiel

Analyse de la variance

Sources de variations	SCE	ddl	C.M.	F obs.
Travail superficiel	234,4	1	234,4	12,36 *
Comparaison L.B.	36,1	1	36,1	1,90
T	270,5	2	135,3	7,14 *
B	288,7	3	96,2	5,07
Erreur	94,8	5	19,0	
Total	654,0	10		

L'effet du travail superficiel est significatif, il n'apparaît aucune différence entre le labour et le billonnage.

A 2ans 6 mois

Analyse de la variance

Sources de variations	SCE	ddl	C.M.	F obs.
T	3627,3	4	906,8	7,58 **
B	644,2	3	214,7	1,79
Erreur	1316,3	11	119,7	
Total	5587,8	18	CV=	12,6 %

$$\text{ppds} = 7,406 \times 2,179 = 16,14$$

$$\text{ppds} = 8,503 \times 2,201 = 18,71$$

Traitements	1(T)	2(SS)	5(L)	3(B)	4(SSB)
Hauteurs	66	71	83	98	99
%	+ 0	+ 8,1	+ 27,2	+ 48,9	+ 50,4

Nous retrouvons exactement le même classement qu'à l'âge de 20 mois. Les différences continuent cependant à s'accroître. Effectuons les comparaisons orthogonales =

(1) Effet du sous-solage et du billonnage

Tableau d'analyse de la variance

Sources de variations	SCE	ddl	C.M.	F obs.
Effet SS.	39,1	1	39,1	0,27
Effet B	3570,1	1	3570,1	24,80 ***
Interact.	18,1	1	18,1	0,13
T	3627,2	3	1209,1	8,40 **
B	626,2	3	208,7	1,45
Erreur	1151,6	8	144,0	
Total	5404,9	14		

Seul l'effet du billonnage apparaît comme très hautement significatif.
Le sous-solage et son interaction avec le billonnage sont non significatifs.

(2) Effet du travail superficiel

Analyse de la variance.

Sources de variations	SCE	ddl	C.M.	F obs.
Travail superfic.	1650,0	1	1650,0	15,53 *
Comparais. L.B.	406,1	1	406,1	3,82
T	2056,2	2	1028,1	9,68 *
B	161,6	3	53,9	0,51
E	531,2	5	106,2	
Total	2748,9	10		

Le travail superficiel a un effet significatif.

. A 3 ans 6 mois.

Analyse de la variance

Sources de variations	SCE	ddl	C.M.	F obs.
T	11025,8	4	2756,5	9,38 ***
B	980,8	3	326,9	1,11
Erreur	3234,2	11	294,0	
Total	15240,8	18	CV =	13,3 %

$$ppds = 11,61 \times 2,179 = 25,30$$

$$ppds' = 13,33 \times 2,201 = 29,33$$

Trait.	1 (T)	2 (SS)	5 (L)	4 (SSB)	3 (B)
Hauteurs	91	103	129	145	151
Gain (%)	+ 0	+ 13,2	+41,9	+59,5	+ 66,1

Ici les deux groupes de traitements déjà observés se séparent nettement l'un de l'autre.

L'analyse orthogonale n'apparaît plus nécessaire pour montrer que l'effet du travail superficiel est hautement significatif, mais qu'il n'y a pas de différence significative entre labour et billonnage. Non plus que pour affirmer que l'effet du sous-solage et de son interaction avec les billonnage n'est pas sensible.

. A 4 ans 5 mois

Analyse de la variance

Sources de variations	SCE	ddl	C.M.	F obs.
T	25579,2	4	6394,8	10,14 ***
B	2042,6	3	680,9	1,08
E	6935,2	11	630,5	
Total	34557,0	18	CV =	12,4 %

$$ppds = 17,0 \times 2,179 = 37,04$$

$$ppds' = 19,51 \times 2,201 = 42,95$$

Traitements	1 (T)	2 (SS)	5 (L)	4 (SSB)	3 (B)
Hauteurs	194	162	201	225	226
Gain %	0	+ 12,5	+ 42,4	+ 56,8	+ 64,1

Nos conclusions restent identiques à celles de l'année précédente.

A 5 ans 6 mois

Analyses de la variance.

Sources de variations	SCE.	ddl	C.M.	F obs.
T	34957,2	4	8739,3	9,01 **
B	6122,8	3	2040,9	2,11
Erreur	10665,2	11	969,6	
Total	51745,2	18	CV =	10,5 %

$$\text{ppds} = 21,08 \times 2,179 = 45,93$$

$$\text{ppds}^* = 24,20 \times 2,201 = 53,26$$

Traitements	1 (T)	2 (SS)	5 (L)	4 (SSB)	3 (B)
Hauteurs	220	250	296	320	330
Gain (%)	+ 0	+ 13,6	+ 34,1	+ 45,4	+ 49,7

Nous conservons toujours les deux types de traitements déjà décrits mais nous constatons un rapprochement, bien que léger, du sous-solage et du labour en bandes.

Reprenons, ici, les comparaisons orthogonales

1) Effets du sous-solage et du billonnage

Sources de variations	SST	ddl	C.N.	F obs.
Effet SS	420,3	1	420,3	0,40
Effet B	32220,3	1	32220,3	30,78 ***
SS x B	1560,3	1	1560,3	1,49
T	34200,3	3	11400,3	10,89 **
B	7177,3	3	2392,4	2,29
Erreur	8373,8	8	1046,7	
Total	49751,8	14		

2) Effet du travail superficiel

Sources de variations	SCE	ddl	C.M.	F obs.
Travail superficiel	22755,0	1	22755,0	37,43 **
L.B.	2346,1	1	2346,1	3,86
T	25101,2	2	12550,6	24,77 ***
B	1065,0	3	355,0	0,70
E	3039,5	5	607,9	
Total	29205,7	10		

Cette année n'apporte encore aucune modification.

• A 7 ans 10 mois

Analyse de la variance

Sources de variations	SCE	ddl	C.M.	F obs.
T	34538,7	4	8634,7	5,18 *
B	16461,8	3	5487,3	3,29
E	18333,7	11	1666,7	
Total	69334,2	18	CV =	8,2 %

$$\begin{aligned} \text{ppds} &= 27,64 \times 2,179 = 60,23 \\ \text{ppds}' &= 31,73 \times 2,201 = 69,84 \end{aligned}$$

Traitements	1(T)	2(SS)	5(L)	3(B)	4(SSB)
Relevés	399	466	492	511	511
<hr/>					
Gain (%)	+ 0	+ 16,7	+ 23,3	+ 27,8	+ 27,8

Nous constatons ici une évolution importante : le sous-solage a quitté le groupe des moins bons traitements pour rejoindre celui des meilleurs. Le sous-solage accuse donc un effet retard assez considérable puisqu'il ne se marque statistiquement que vers 7 à 8 ans.

Effectuons les comparaisons orthogonales.

)1(Effet du sous-solage et du billonnage.

Sources de variations	SCE	ddl	C.M?	F obs
Effet SS	4455,6	1	4455,6	2,30
Effet B	24258,1	1		12,51 **
SS x B	4455,6	1		2,30
T	33169,2	3	11056,4	5,70 *
B	17727,7	3	5909,2	3,04
Erreur	15511,1	8	1938,9	
Total	66407,9	14		

Seul l'effet du billonnage reste hautement significatif.

)2(Effet du travail superficiel

Sources de variations	SCE	ddl	C.M.	F obs
Effet trav. superficiel	27812,0	1	27812,0	15,35 *
L - B	666,1	1	666,1	0,37
T	28478,2	2	14239,1	7,86 *
B	4352,7	3	1450,9	0,80
E	9057,8	5	1811,6	
Total	41888,7	10		

L'effet du travail superficiel du sol est hautement significatif sans distinction entre le labour et le billonnage.

• A 8 ans 10 mois

Analyse de la variance

Sources de variations	SCE	ddl	CM	Fobs
T	28828,7	4	7207,2	3,11
B	19345,2	3	6448,4	2,78
E	25473,3	11	2315,75	
Total	73647,2	18	CV = 8,4 %	

plus aucune différence n'apparaît entre traitements=

Traitements	1(T)	2(SS)	5(L)	3(B)	4(SSB)
Hauteurs	477	551	572	574	578
Gain (%)	+0	+15,7	+ 20,0	+ 20,4	+ 21,2

Le labour en bandes s'identifie maintenant totalement au billonnage.

• A 9 ans 10 mois

Analyse de la variance.

Sources de variations	SCE	ddl	CM	Fobs
T	26470,2	4	6617,6	2,57
B	18365,2	3	6121,7	2,38
E	28277,8	11	2570,7	
Total	73113,2	18	CV = 7,9 %	

Pas de différences statistiques

Traitements	1 (T)	3 (B)	2 (SS)	5 (L)	4 (SSB)
Hauteurs	544	616	632	635	644
Gains %	+ 0	+ 13,3	+ 16,3	+ 16,7	+ 18,5

Le sous-solage s'insère de plus en plus dans les meilleurs traitements.

Le billonnage est maintenant légèrement inférieur au labour en bandes.

A 11 ans

Analyse de la variance

Sources de variations	SCE	ddl	CM	F obs
T	19426,7	4	4856,7	1,79
B	16045,0	3	5348,3	1,97
E	29882,5	11	2716,6	
Total	65354,2	18	CV = 7,3 %	

Pas de différences statistiques

Traitements	1 (T)	3 (B)	2 (SS)	5 (L)	4 (SSB)
Hauteurs	628	687	702	708	713
Gains (%)	+ 0	+ 9,5	+ 11,8	+ 12,8	+ 13,6

Commentaires sur l'évolution des hauteurs dans les parcelles non fertilisées.

Dès le début, deux groupes de travail du sol se distinguent :

1°- travail peu efficace =

- trouaison
- sous-solage

2°- travail du sol efficace

- labour
- billonnage
- sous-solage-billonnage.

Les analyses ont montré qu'il n'existait aucun effet sous-solage que celui-ci n'avait pas d'interaction avec le billonnage. Elle ont montré également que dans le jeune âge seul le travail superficiel du sol était efficace sans distinction entre le labour en bandes et le billonnage.

Ultérieurement, on ne peut plus faire, en comparant les hauteurs, de distinction entre les 5 traitements.

Les 4 travaux mécaniques du sol apparaissent cependant supérieurs au témoin = trouaison.

2232. Effet du travail du sol sur les parcelles fertilisées.

. A 20 mois.

Analyse de la variance

Sources de variations	SCE	ddl	CM	Fobs
T	758,3	4	189,58	5,02 *
B	1658,95	3	552,98	14,64 ***
E	453,3	12	37,78	
Total	2870,55	19	CV = 7,9 %	

$$ppds = 4,346 \times 2,179 = 9,47$$

Traitements	6(T)	10(L)	8 (B)	7 (SS)	9 (SSB)
Hauteurs	73	75	76	76	90
Comparaison	—————				—————
Gain (%)	+ 0	+ 3,2	+ 4,1	+ 4,5	+ 23,7

Avec engrais, le sous-solage-billonnage diffère de tous les autres traitements.

Effectuons les comparaisons orthogonales.

(1) Effet du sous-solage et du billonnage.

Sources de variations	SCE.	ddl	CM	F obs
Effet SS	306,25	1	306,25	7,10 *
Effet B	289,0	1	289,0	6,70 *
SS x B	121,0	1	121,0	2,80
Traitements	716,25	3	238,75	5,53 *
Blocs	1535,25	3	511,75	11,86 **
Erreur	388,25	9	43,14	
Total	2639,75	15		

Il apparaît, contrairement à ce que l'on aurait pu croire de prime abord, que les effets significatifs sont le sous-solage et le billonnage et que ces effets sont additifs (il n'y a aucune interaction entre eux).

(2) Effet du travail superficiel

Sources de variations	SCE	ddl	CM	F obs
Travail superficiel	18,4	1	18,38	0,86
L - B	1,13	1	1,13	0,05
Traitements	19,5	2	9,75	0,46
Blocs	714,3	3	238,1	11,12 **
Erreur	128,5	6	21,4	
Total	862,3	11		

Le travail superficiel en lui-même n'a aucun effet. On ne constate aucune différence entre le labour et le billonnage.

C'est donc, ainsi que le montrait l'analyse globale, l'effet associé (sans interaction) du sous-solage et du billonnage qui apparaît intéressant.

. A 2 ans 6 mois
Analyse de la variance

Sources de variations	SCE	ddl	CM	F obs.
T	2055,3	4	513,83	4,59 *
B	1495,75	3	498,58	4,45 *
E	1343,5	12	111,96	
Total	4894,55	19	CV = 6,5 %	

$$ppds = 7,48 \times 2,179 = 16,30$$

Traitement	8 (B)	10 (L)	6 (T)	7 (SS)	9 (SSB)
Hauteurs	155	155	161	163	183
Comparaison	-----				
Gain	+3,05	+0,9	+3,7	+4,6	+17,7
(% trouaison)					
Gain	-3,5	-3,5	0	+0,9	+13,5
(% trouaison)					

Seul le sous-solage-billonnage diffère des autres traitements.

Effectuons les comparaisons orthogonales afin de déterminer l'effet du billonnage et du sous-solage.

SV.	SCE	ddl	CM	F obs.
Effet SS	841,0	1	841,0	6,53 *
Effet B	210,3	1	210,3	1,63
SS x B	676,0	1	676,0	5,25 *
Traitements	1727,3	3	575,75	4,47 *
Blocs	1484,3	3	494,75	3,84
Erreur	1158,3	9	128,69	
Total	4369,8	15		

Un changement important apparaît suite à cette analyse.

L'effet billonnage n'est plus significatif. Celui du sous-solage l'est toujours et de plus, il existe une interaction entre ces deux effets.

• A 3 ans 6 mois

L'analyse de la variance

Sources de variations	SCE	ddl	CM.	Fobs
T.	1998,7	4	499,68	1,73
B.	1628,2	3	542,73	1,88
E.	3457,3	12	288,11	
Total	7084,2	19	CV = 6,6 %	

ne permet de distinguer aucune différence significative.

Traitements	8 (B)	10 (L)	6 (T)	7 (SS)	9(SSB)
Hauteurs	247	251	254	263	275
Gains (%) T-6	-2,8	-1,2	0	+ 3,5	+ 8,3

Le sous-solage-billonnage reste cependant le meilleur traitement, suivi du sous-solage.

• A 4 ans 5 mois

Sources de variations	SCE	ddl	CM.	Fobs
T.	4465,3	4	1116,33	2,09
B.	4892,95	3	1630,98	3,05
E.	6416,3	12	534,69	
Total	15774,55	19	CV = 6,2 %	

pas de différence significative.

Traitements	8 (B)	10 (L)	6 (T)	7 (SS)	9(SSB)
Hauteurs	354	363	370	386	394
Gain (%)	-4,3	-1,9	+ 0	+ 4,3	+ 6,5

• A 5 ans 6 mois

Sources de variation	SCE	ddl	CM	Fobs
T.	8310,2	4	2077,55	2,01
B	10474,2	3	3491,4	3,38
E	12411,8	12	1034,32	
Total	31196,2	19	CV = 6,6 %	

pas de différences significatives.

Traitements	8 (B)	10 (L)	6 (T)	9 (SSB)	7 (SS)
Hauteurs	454	473	490	502	511
Gain (%)	- 7,3	- 3,5	+ 0	+ 2,4	+ 4,3

Le sous-solage simple montre, contrairement à ce qui se passait antérieurement, un léger avantage sur le sous-solage-billonnage.

• A 7 ans 10 mois

Sources de variation	SCE	ddl	CM	Fobs
T	18433,3	4	4608,3	1,51
B	35136,6	3	11712,2	3,85**
E	36508,7	12	3042,4	
Total	90078,6	19	CV = 7,5 %	

pas de différence significative entre traitements.

Traitements	8 (B)	10 (L)	9 (SSB)	6 (T)	7 (SS)
Hauteurs	682	717	738	743	774
Gain (%)	- 8,2	- 3,5	- 0,7	+ 0	+ 4,2

Seul le sous-solage apparaît légèrement supérieur au témoin.

. A 8 ans 10 mois

Sources de variations	SCE	ddl	CM	Fobs
T.	30302,3	4	7575,6	1,64
B	52544,8	3	17514,9	3,78*
E	55531,7	12	4627,6	
Total	138378,8	19	CV =	8,2 %

pas de différence significative entre traitements.

Traitements	8(B)	10 (L)	9(SSB)	6 (T)	7 (SS)
Hauteurs	764	817	828	841	884
Gain (%)	- 9,2	- 2,9	- 1,5	+ 0	+ 5,1

. A 9 ans 10 mois

Sources de variations	SCE	ddl	CM	Fobs
T	42774,7	4	10693,7	1,77
B	82364,4	3	27454,8	4,55*
E	72390,1	12	6032,5	
Total	197529,2	19	CV =	8,6 %

pas de différence significative entre traitements.

Traitements	8(B)	9(SSB)	10 (L)	6 (T)	7 (SS)
Hauteurs	822	896	907	919	965
Gain (%)	-10,6	- 2,5	- 1,3	+ 0	+ 5,0

L'effet dépressif du billonnage (qui se constate dès l'âge de 3 ans) continue à s'accroître.

. A 11 ans

Sources de variation	SCE	ddl	CM	Fobs
T.	49244,3	4	12311,1	1,80
B.	100997,8	3	33665,9	4,92 *
E.	82140,5	12	6845,04	
Total	232382,6	19	C.V. = 8,4 %	

pas de différence significative entre traitements

Traitements	8 (B)	9(SSB)	10 (L)	6 (T)	7 (SS)
Hauteurs	900	986	993	1006	1053
Gain (%)	- 10,5	- 2,0	- 1,3	+ 0	+ 4,7

Commentaires sur l'évolution des hauteurs
dans les parcelles fertilisées.

Initialement (à 20 mois et 2 ans 6 mois), le sous-solage-billonnage diffère positivement de l'ensemble des autres traitements. Il semblerait donc qu'il soit à conseiller pour la réalisation des plantations. Cependant, on constate rapidement (dès 3 ans et demi) qu'il n'y a plus de différences significatives entre traitements. L'avantage acquis par le sous-solage-billonnage lors de la plantation décroît progressivement pour s'annuler totalement vers 7 ans.

Le sous-solage simple, par contre, conserve dans le temps, un léger avantage constant sur la trouaison.

La technique qui semble la moins adaptée est sans conteste le billonnage = déjà à deux ans et demi, il apparaît inférieur à la trouaison et la différence relative entre ces deux traitements va en s'accroissant avec le temps.

Il apparaît donc, qu'avec apport de fertilisants à la plantation, l'effet du travail du sol qui se constatait dans les parcelles non engraisées (+ 12% à 11 ans) est négligeable à l'exception au billonnage qui montre un effet dépressif net bien que non significatif statistiquement.

2233.-

Effet de la qualité des plants à
la sortie de pépinière.

A la plantation, les plants de la pépinière d'Ambatobe (Bloc I) étaient de moins bonne qualité que ceux provenant de Morarano et mis en place dans les blocs II, III et IV.

La mortalité dans le Bloc I s'est révélée nettement supérieure à celle des autres blocs. Quelle a été l'évolution de ces plants ?

TABLEAU IX- Evolution des hauteurs (cm) selon la qualité des plants à la sortie de pépinière.

Age	Parcelles non fertilisées.		Parcelles fertilisées.	
	Bloc I	Autres	Bloc I	Autres
20 mois	38	51(+13)	63	83 (+20)
2 a 6m	74	86(+12)	150	168 (+18)
3 a 6m	113	127(+14)	250	260 (+10)
4 a 5m	178	199(+21)	365	376 (+11)
5 a 6m	254	293(+39)	477	489 (+12)
7 a 10m	426	492(+66)	740	727 (-13)
8 a 10m	498	568(+70)	850	819 (-31)
9 a 10m	564	631(+67)	950	886 (-64)
11 ans	647	701(+54)	1041	970 (-71)

On constate que dans les parcelles non fertilisées, les plants d'Ambatobe ne rattrapent jamais les plants de bonne qualité, mais que fertilisés, tout comme les autres, les plants rachitiques peuvent rattraper leur retard et même prendre le pas sur des plants vigoureux au départ.

2.3- Surfaces terrières

- + Les mensurations en circonférences ont été réalisées en :
 - novembre 1976 à 7 ans 10 mois (seulement dans les parcelles ayant été fertilisées)
 - novembre 1977 à 8 ans 10 mois (sur l'ensemble de l'essai)
 - novembre 1978 à 9 ans 10 mois
 - décembre 1979 à 11 ans

+ Réalisation des mensurations.

Chaque arbre de la parcelle utile est mesuré. Il n'y a plus d'échantillonnage comme pour les hauteurs.

+ Résultats

Le graphique ci-dessous présente l'évolution des surfaces terrières des différents traitements.

Il est à noter que tout comme pour les hauteurs des analyses statistiques séparées pour les parcelles fertilisées et non engraisées ont été réalisées.

La parcelle I3 a également été considérée comme aberrante et ses données ont été remplacées par des valeurs calculées.

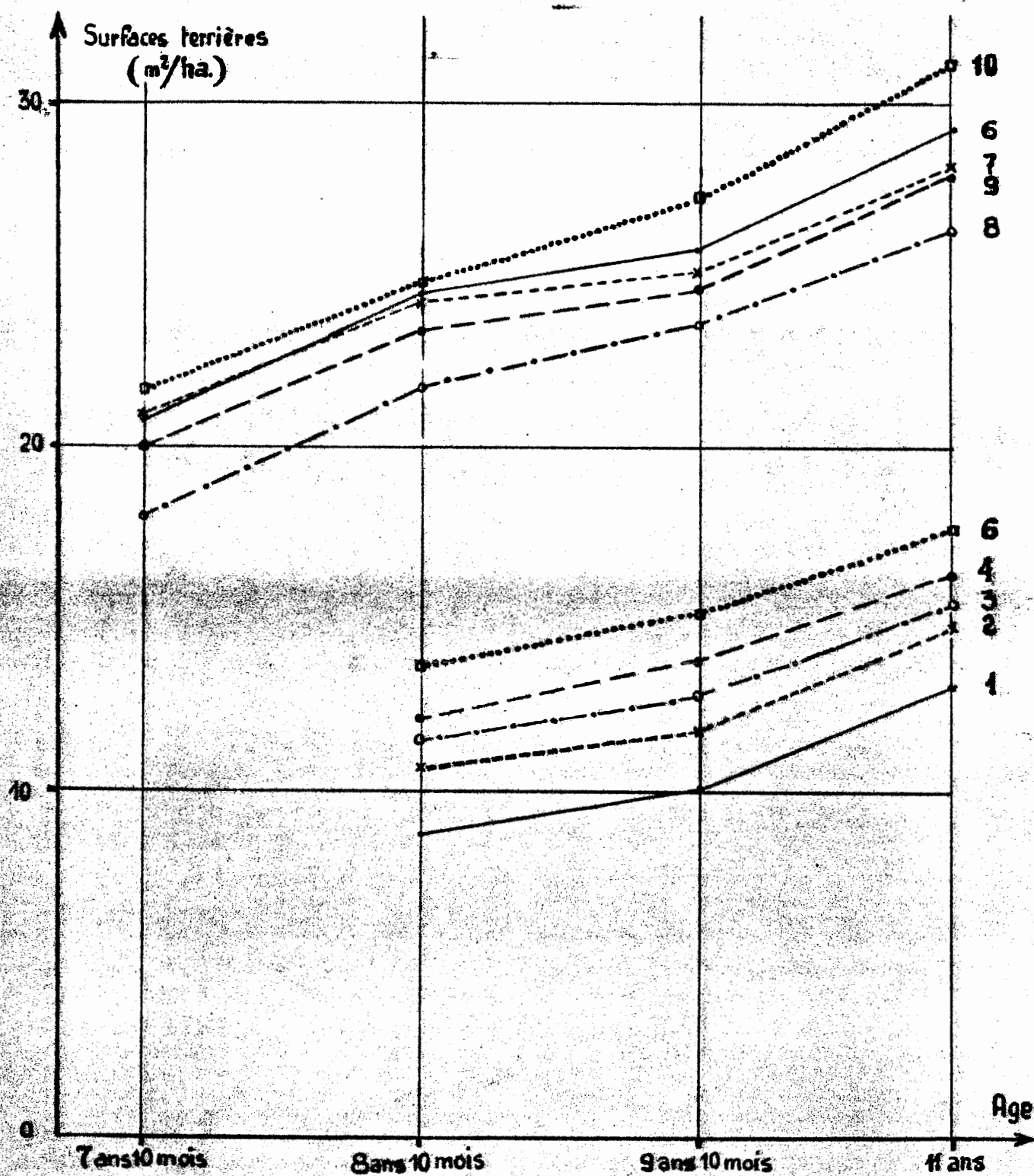
231.- Effet de la fertilisation

Evolution des surfaces terrières moyennes (en dm²/ha) des traitements non fertilisés et engraisés.

Sous traitements	A g e			
	7 à 10 m.	8 à 10 m.	9 à 10 m.	11 ans
Non fertilisé		1137	1274	1548
Fertilisé	2026	2372	2524	2854
Gains dus à	en dm ²	+ 1235	+ 1250	+ 1306
la fertilisation	en %	+ 109 %	+ 98 %	+ 84 %

Les différences entre parcelles fertilisées ou non sont considérables et nettement supérieures à celles constatées sur les hauteurs.

Essai Mangoro N°2 - Evolution des surfaces terrières.



L'engrais a encore un effet marqué après 10 ans. En effet , l'accroissement annuel des parcelles fertilisées est de 20,4 % supérieur à celui des parcelles non fertilisées entre 10 et 11 ans.

232.- Effet du travail du sol sur les parcelles non fertilisées.

. A 8 ans 10 mois

Analyse de la variance

Sources de variations	SCE	ddl	C.M.	Fobs
T.	5206,3	4	1301,6	3,47 *
B.	8408,8	3	2802,9	7,47 **
E.	4125,0	11	375,0	
Total	17740,0	18	C.V. = 15,3	

Les différences entre travaux du sol sont significatives

$$ppds = 13,11 \times 2,179 = 28,58$$

$$ppds^* = 15,05 \times 2,201 = 33,12$$

Traitements	1	2	3	4	5
ST. (dm ² /parcelle)	87,9	106,9	115,7	121,1	136,8
Gain (%)	+0	+ 21,6	+ 31,6	+ 37,8	+ 55,6

Effectuons les comparaisons orthogonales :

Effet du sous-solage et du billonnage

Sources de variations	SCE	ddl	C.M.	Fobs
Effet SS	594,1	1	594,1	1,62
Effet B	1761,9	1	1761,9	4,80
Interaction	185,6	1		0,51
Trait.	2541,7	3	847,2	2,31
Blocs	9033,1	3	3011,0	8,20 **
Erreur	2934,9	8	366,9	
Total	14509,7	14		

Les effets du sous-solage et du billonnage ne sont pas significatifs.

Effets de travail superficiel

Sources de variations	SCE	ddl	CM	Fobs
Trav. superf	3916,8	1		10,9 *
compa. L-B	886,2	1		2,47
Traits.	4803,0	2	2401,5	6,69*
Blocs.	5811,8	3	1937,3	5,40*
Erreur	1795,1	5	359,0	
Total	12410,0	10		

L'effet du travail superficiel du sol est significatif sans distinction entre le billonnage et le labour (ce dernier étant cependant nettement supérieur).

. A 9 ans 10 mois

Sources de variations	SCE	ddl	CM	Fobs
T.	5988,2	4	1497,1	4,39*
B.	7318,6	3	2439,5	7,15**
E.	3750,3	11	340,9	
Total	17057,1	18		CV = 13,9

$$\text{ppds} = 12,50 \times 2,171 = 27,20$$

$$\text{ppds}^* = 14,35 \times 2,201 = 31,58$$

Traitements	1 (T)	2 (SS)	3 (B)	4 (SSB)	5 (L)
ST. (dm ² /parcelle)	101,1	118,0	128,2	138,0	152,0
Gain (%)	+0	+ 16,7	+ 26,8	+ 36,5	+ 50,3

Nous ne constatons aucune évolution depuis les mensurations précédentes.

. A 11 ans

Sources de variations	SCE	ddl	CM	Fobs
T.	4688,6	4	1172,2	2,79
B.	3950,3	3	1316,8	3,13
E	4621,4	11	420,1	
Total	13260,4	18	CV =	12,7 %

Nous n'avons plus aucune différence entre modes de préparation des sols.

Traitements	1(T)	2(SS)	3 (B)	4(SSB)	5 (L)
Surf. terrière (dm ² /parcelle)	131,2	147,5	154,9	163,5	176,8
Gain (%)	0	+ 12,4	+ 18,0	+ 24,6	+ 34,8

Commentaires sur l'évolution des surfaces terrières dans les parcelles non fertilisées.

Le travail du sol a un effet nettement positif sur l'accroissement des surfaces terrières. Celui-ci est sensible jusque l'âge de 10 ans (différences significatives).

C'est la technique la plus simple (le labour en bandes) qui donne les meilleurs résultats.

233.- Effet du travail du sol sur les parcelles fertilisées.

. A 7 ans 10 mois

Analyse de la variance

Sources de variations	SCE	ddl	CM	Fobs
T.	3127,4	4	781,9	1,05
B.	5795,5	3	1931,8	2,59
E.	8960,5	12	746,7	
Total	17883,4	19	CV =	13,5

Les différences ne sont pas significatives.

Traitements	8(B)	9(SSB)	6 (T)	7(SS)	10 (L)
Surfaces	18,0	20,0	20,8	20,9	21,6
terrières	m ² /ha	m ² /ha	m ² /ha	m ² /ha	m ² /ha
Gain (%)	- 13,4	- 3,8	+ 0	+ 0,6	+ 4,2

Le billonnage apparaît être sans conteste la moins bonne technique de préparation des sols.

. A 8 ans 10 mois

Analyse de la variance

Sources de variations	SCE	ddl	CM	Fobs
T	2361,3	4	590,3	0,64
B	4104,0	3	1368,0	1,49
E	11001,9	12	916,8	
Total	17467,3	19	CV = 12,8	

Les différences ne sont pas significatives.

Traitements	8(B)	9(SSB)	7(SS)	6 (T)	10(L)
Surfaces					
terrières	21,8	23,4	24,2	24,5	24,8
(m ² /ha)					
Gain (%)	- 11,2	- 4,5	- 1,2	+ 0	+ 1,2

Seul le labour en bande est légèrement supérieur au témoin (trouaison).

. A 9 ans 10 mois

Analyse de la variance

Sources de variations	SCE	ddl	CM	Fobs
T	3107,45	4	776,86	1,20
B	2755,11	3	918,37	1,42
E	7762,30	12	646,86	
Total	13624,85	19	CV = 10,1 %	

Les différences ne sont pas significatives.

Traitements	8(B)	9(SSB)	7(SS)	6(T)	10(L)
Surf.terrière (m ² /ha)	23,5	24,6	25,1	25,7	27,3
Gain (%)	- 8,6	- 4,4	- 2,6	0	+ 6,0

. A 11 ans

Analyse de la variance

Sources de variations	SCE	ddl	CM	Fobs
T.	5098,33	4	1274,58	1,42
B.	4861,14	3	1620,38	1,81
E.	10744,27	12	895,36	
Total	20703,74	19	CV = 10,5 %	

Les différences ne sont pas significatives.

Traitements	8(B)	9(SSB)	7(SS)	6(T)	10(L)
Surf.terrière (m ² /ha)	26,3	27,8	28,2	29,3	31,1
Gain (%)	- 10,1	- 4,8	- 3,7	0	+ 6,4

Commentaires sur l'évolution des surfaces terrières des parcelles fertilisées.

L'engrais masque l'effet du travail du sol : à aucun moment les traitements ne sont significativement différents les uns des autres.

Néanmoins, deux traitements ressortent = l'un bon = le labour en bandes, l'autre mauvais = le billonnage.

24.- VOLUMES241- Méthodologie utilisée.

- Calcul des volumes.

Nous avons calculé pour la mensuration de décembre 1979 (11 ans) et uniquement dans l'échantillon de mesure des hauteurs le volume des arbres, arbre par arbre en utilisant la formule $V = st \times h / 2,25$ où st est la surface terrière de l'arbre

h sa hauteur

$1/2,25$ un coefficient de forme calculé sur un échantillon de 30 arbres de l'essai VII âgés de 11 ans également.

Remarque : Nous ne connaissons pas la surface au sol correspondant à l'échantillon sur lequel a été faite l'estimation des volumes; ceci est essentiellement dû au fait que la plantation a été réalisée en courbes de niveau et que par conséquent, l'écartement entre les lignes de plantation n'est pas constant.

Afin d'extrapoler le volume échantillon au volume par parcelle, nous avons procédé comme suit :

- nous connaissons la surface terrière de l'échantillon = st
- nous connaissons la surface terrière de la parcelle = St
- nous avons donc estimé le volume de la parcelle par une simple règle de trois =

Volume de la parcelle = volume de l'échantillon $\times St / st$

- Estimation des volumes pour les années précédentes.

Il aurait été possible, mais long et fastidieux de calculer le volume des années précédentes par la technique exposée ci-dessus.

Afin de gagner du temps, nous avons supposé que le volume par parcelle était lié linéairement à la surface terrière de la parcelle multipliée par la hauteur moyenne.

Nous avons donc calculé, pour les mensurations de 1979, trois régressions.

1.- Régression pour les parcelles non fertilisées =

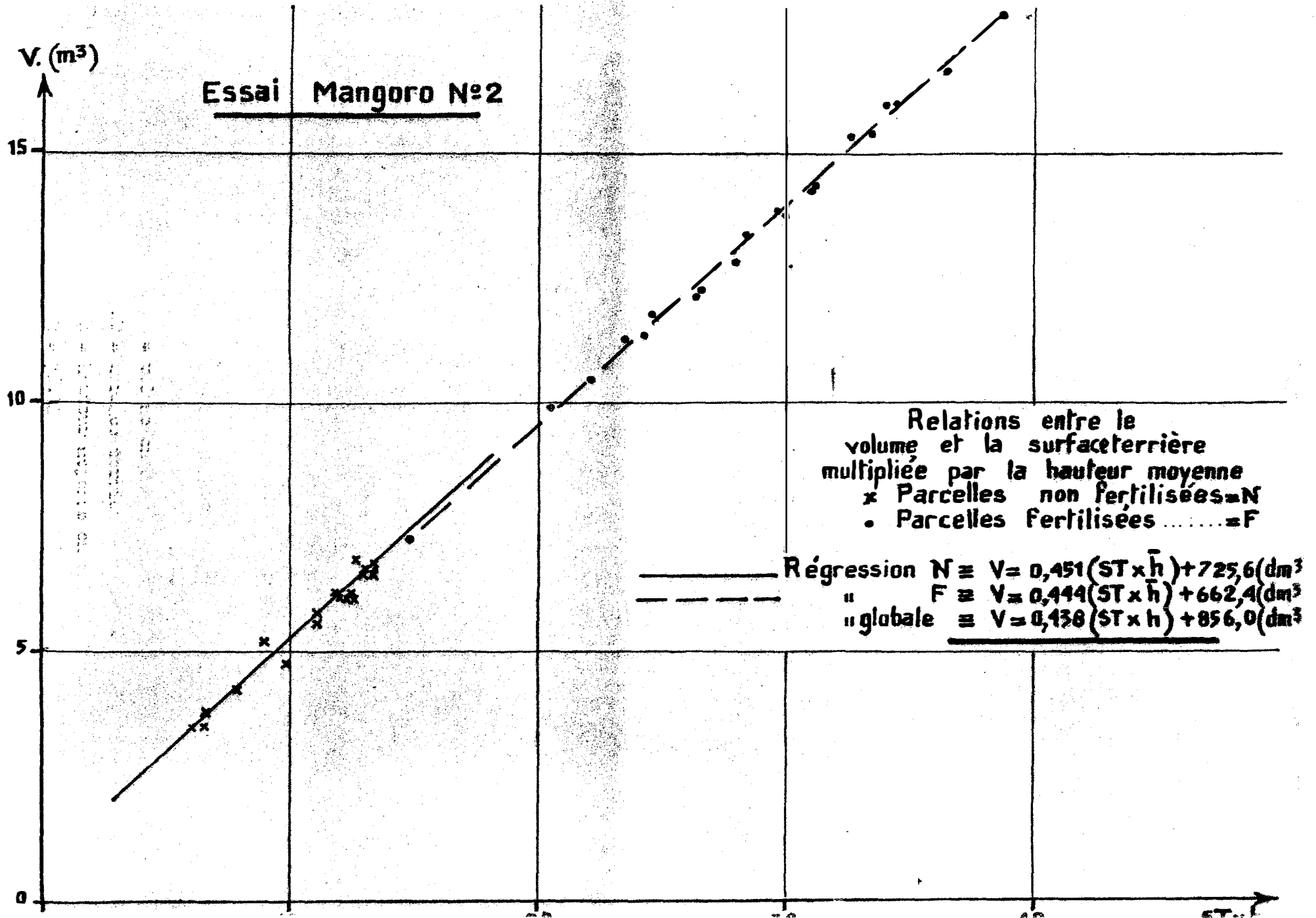
$$V = 0,451 (ST \times h) + 725,61$$

avec V = volume en dm^3

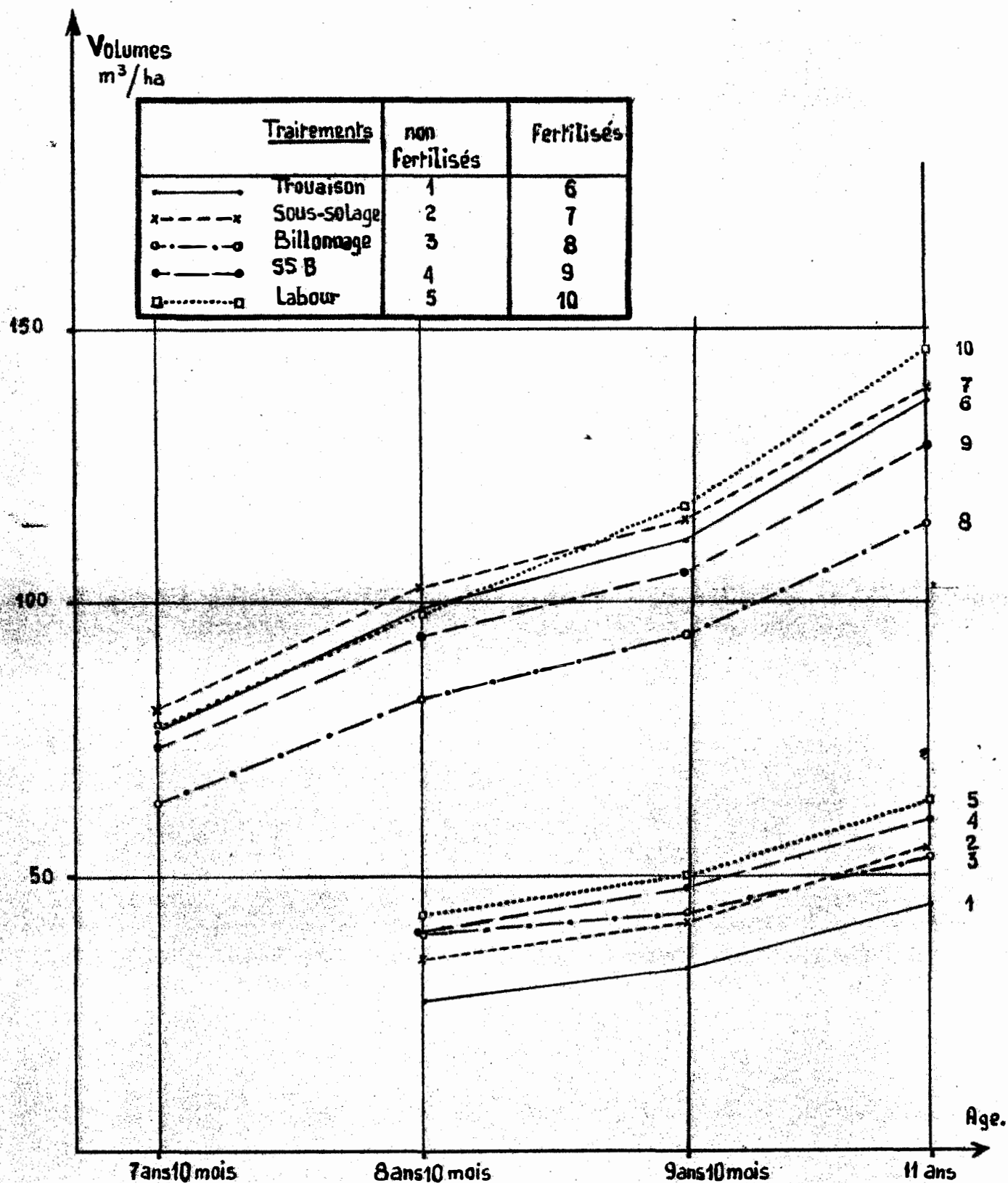
ST = surface terrière en dm^2

h = hauteur moyenne en dm .

$$R = 98,32$$



Essai Mangoro N°2 - Evolution des volumes.



2.- Régression pour les parcelles fertilisées.

$$\bar{V} = 0,444 (ST \times h) + 662,40$$

avec $R = 99,82$.

3.- Régression pour l'ensemble des parcelles/

$$\bar{V} = 0,438 (ST \times h) + 855,99$$

avec $R = 99,91$

Le graphique ci-dessous montre la répartition des points (volumes/ surfaces terrières x hauteurs) et les différentes régressions.

Nous pouvons constater que ces régressions sont presque identiques. Pour notre part, nous avons choisi d'utiliser la régression concernant l'ensemble des parcelles pour effectuer nos estimations.

Le second graphique ci-après montre l'évolution des volumes estimés selon la méthode décrite ci-dessus.

Les données sont présentées aux tableaux 5 à 8 en annexe.

242.- Effet de la fertilisation.

Evolution des volumes moyens (en m³/ha) des traitements non fertilisés et engraisés.

Sous-traitements	7 à 10m	8 à 10m	9 à 10m	11 ans
non fertilisés	-	36,9	43,5	55,7
fertilisés	74,1	95,2	108,9	133,0
Gain	m ³	-	+ 58,3	+ 65,4
	%	-	+158 %	+ 150%

Le gain en volume, dû à la fertilisation est considérable.

L'effet de la fertilisation est toujours sensible après 10 ans = l'accroissement annuel, entre 10 et 11 ans, des parcelles fertilisées est le double environ des parcelles non fertilisées.

243.- Effet du travail du sol sur les plantations non fertilisées =

Remarque : Nous ne pouvons effectuer l'analyse de la variance que sur les mensurations de 1979, soit à 11 ans. L'erreur introduite, avant cette

date, par l'estimation des volumes par régression est vrai semblablement trop importante pour que l'on puisse en toute confiance réaliser les analyses.

Nous donnerons cependant ici les volumes estimés.

. A 8 ans 10 mois.

Traitements	1 (T)	2 (SS)	3 (B)	4 (SSB)	5 (L)
Volumes(m^3/ha)	27,6	34,9	39,5	39,8	42,8
Gain (%)	0	+ 26,2	+42,8	+ 44,0	+ 54,8

. A 9 ans 10 mois

Traitements	1 (T)	2 (SS)	3 (B)	4 (SSB)	5 (L)
Vol. (m^3/ha)	33,6	41,7	43,5	47,9	50,6
Gain (%)	0	+ 24,0	+29,5	+42,7	+ 50,5

. A 11 ans
Analyse de la variance

Sources de variations	SCE	ddl	CM	F obs
T	8220057	4	2055014	2,28
B	6246449	3	2082150	2,31
E	9917138	11	901558	
Total	24383644	18	CV = 16,3 %	

Les différences ne sont pas significatives.

Traitements	1 (T)	3 (B)	2 (SS)	4 (SSB)	5 (L)
Vol. (m^3/ha)	45,1	53,8	55,3	60,4	63,9
Gain (%)	0	+19,3	+22,5	+34,0	+41,6

Le labour en bandes apparaît donc comme la meilleure technique = les gains qu'elle apporte par rapport au témoin sont considérables bien que non significatifs.

Cette technique est d'autant plus intéressante qu'elle apparaît facile à mettre en oeuvre et relativement peu onéreuse.

244.- Effet du travail du sol sur les plantations fertilisées.

. A 7 ans 10 mois

Traitements	8 (B)	9 (SSB)	6 (T)	10(L)	7(SS)
Vol.(m ³ /ha)	63,2	73,4	76,2	77,2	80,4
Gain (%)	-17,1	- 3,7	0	+ 1,3	+ 5,5

. A 8 ans 10 mois

Traitements	8 (B)	9 (SSB)	10(L)	6 (T)	7(SS)
Vol.(m ³ /ha)	82,3	93,8	98,1	98,8	102,9
Gain (%)	-16,7	- 5,1	- 0,7	0	+ 4,1

. A 9 ans 10 mois

Traitements	8 (B)	9 (SSB)	6(T)	7(SS)	10(L)
Vol.(m ³ /ha)	94,1	105,4	112,1	115,3	117,6
Gain (%)	-16,0	- 6,0	0	+ 2,8	+ 4,9

. A 11 ans

Analyse de la variance

Sources de variations	SCE	ddl	CM	Fobs
T	23778450	4	5944613	1,30
B	47713999	3	15904666	3,48(†)
E	54801925	12	4566827	
Total	126294375	19	CV = 16,1 %	

(†) Presque significatif = F/h 0,95 = 3,49

Les différences entre types de travail du sol ne sont pas significatives

Traitements	8 (B)	9(SSB)	6(T)	7 (SS)	10(L)
Vol.(m ³ /ha)	114,4	128,7	136,8	138,9	146,8
Gain (%)	-16,4	- 6,0	0	+ 1,5	+7,0

De nouveau, nous nous retrouvons avec deux traitements qui ressortent :

un mauvais = le billonnage

un bon = le labour en bandes

Ce dernier sera donc à conseiller.

245.- Importance de la vigueur des plants à la sortie de pépinière.

	Mauvais plants (Bloc I)	Bons plants (Blocs I.II.III)
non fertilisés	47,3 m ³ /ha	58,5 m ³ /ha
fertilisés	139,4 m ³ /ha	130,9 m ³ /ha

Dans les parcelles non fertilisées, les plants de mauvaise qualité ne rattrapent pas le retard acquis en pépinière. Par contre, s'il sont mis en place avec engrais, ils se refont très bien.

4.- CONCLUSIONS

- Au point de vue reprise à la plantation, nous avons pu constater que deux techniques de travail préparatoire du sol sont défavorables =

la trouaison simple

le sous-solage.

Les autres techniques = labour, billonnage et sous-solage-billonnage donnent des résultats satisfaisants.

- L'effet de l'engrais est considérable = il fait à 11 ans gagner 77 m³/ha (soit 139%) sur les plantations non fertilisées.

En 1972, le coût de la fertilisation était de 10.000 FMG par hectare soit seulement 20% du coût de reboisement.

En actualisant les coûts à 10% par an, l'hectare reboisé sans fertilisation revient en 1980 à 107.200 FMG et le mètre cube de bois sur pied à 1950 FMG. Le coût actualisé avec fertilisation, lui, est de 128 600 FMG soit de 970 FMG par m³ de bois. Le gain dû à la fertilisation est donc de 980 F/m³ SOIT de 50%.

- L'effet du travail du sol est masqué par celui de l'engrais. Cependant, pendant les trois premières années, nous constatons un effet significatif du sous-solage-billonnage, avec apport de fertilisants, sur les hauteurs

Ensuite, cet effet n'est plus significatif sur aucun des facteurs. mesures = hauteurs - surfaces terrières et nous observons une remontée du labour en bandes qui devient vers 9 ans le meilleur traitement. Le billonnage, par contre, se montre dès deux ans un traitement peu intéressant et le devient de plus en plus avec l'âge.

En raison du coût important de mise en oeuvre du sous-solage-billonnage, de la mortalité élevée que montre le sous-solage nous conseillons, pour l'implantation de plantations fertilisées, de préparer le sol par un simple labour en bandes, en courbes de niveau.

Dans le cas de plantations non fertilisées, l'influence du travail du sol est nettement plus marqué =

dès deux ans on constate un effet significatif du travail du sol superficiel:

le billonnage et labour. L'effet du sous-solage est non significatif et ne présente aucune interaction avec le billonnage. Cette situation se maintient jusqu'à l'âge de six ans.

A 8 ans, dans l'analyse globale, nous constatons que tous les travaux mécaniques se distinguent de la trouaison. L'analyse orthogonale ne fait cependant apparaître qu'un effet significatif du travail superficiel du sol = billonnage et labour en bandes.

Ultérieurement et jusqu'à 10 ans, des différences apparaissent sur les surfaces terrières où seul l'effet du travail superficiel reste significatif.

A 11 ans, bien que les différences ne soient plus significatives, nous constatons que le labour en bandes donne les meilleurs résultats; viennent ensuite le sous-solage-billonnage, le sous-solage, le billonnage et la trouaison.

Dans le cas des parcelles non engraisées tout comme dans le cas des parcelles fertilisées, c'est le labour en bandes qui donne les meilleurs résultats à 11 ans. Cette technique, en raison de sa simplicité et de son faible coût sera donc à préconiser. Le billonnage, bien qu'ayant présenté quelques avantages dans le jeune âge n'apparaît plus, après un certain temps, très favorable. Nous n'en conseillerons ^⑧ ainsi que le sous-solage-billonnage ne donnent pas non plus le résultat escompté et, en raison de leurs coûts ne sont pas également à conseiller.

(surtout ss.B)

⑧ donc pas son emploi. Le sous-solage...

A N N E X E

TABIEAU	I	Mortalité (‰) au 10 Mars 1969
"	II	Mortalité (‰) au 3 Juin 1969
	III	Mortalité (‰) au 10 Janvier 1970
	IV	Evolution des hauteurs moyennes (cm) parcelle par parcelle.
	V	Mensurations de Novembre 1976
	VI	Mensurations de Novembre 1977
	VII	Mensurations de Novembre 1978
	VIII	Mensurations de Décembre 1979 Janvier 1980.

TABLEAU I

Essai MANGORO n° II

Mortalité (‰) au 10 Mars 1969 (Age 1 mois)

Traitements	B l o c s				Moyennes.
	I	II	III	IV	
1	208	256	260	270	274
2	368	214	142	128	213
3	90	102	78	102	93
4	140	112	126	32	103
5	218	106	172	176	168
6	362	254	280	78	244
7	322	260	384	202	292
8	54	174	68	110	102
9	90	102	62	184	110
10	124	134	84	168	128
Moyennes	208	171	166	145	172

Tableau II

Essai MANGORO n°II

Mortalité (en %) au 3 Juin 1969

a/ en % des arbres survivants au 10 Mars 1969

B/ en % des arbres remplacés au 10 Mars 1969

Traitements		B l o c s				Moyennes non arithmétiques
		I	II	III	IV	
1	a)	95	5	11	27	34
	b)	110	8	31	7	42
2	a)	89	20	37	50	47
	b)	261	19	113	125	155
3	a)	46	9	15	16	21
	b)	44	20	51	78	48
4	a)	40	16	5	8	17
	b)	14	0	32	0	15
5	a)	113	7	17	7	34
	b)	83	0	12	114	60
6	a)	72	16	17	37	34
	b)	122	16	29	77	64
7	a)	150	16	39	45	61
	b)	75	15	10	20	31
8	a)	23	2	17	9	13
	b)	185	0	0	0	25
9	a)	31	0	9	12	13
	b)	0	0	65	0	9
10	a)	53	0	23	17	23
	b)	81	98	15	0	43
Moyenne	a)	67	9	18	23	29
	b)	117	15	30	39	55

Tableau III

Essai MANGORO n° II

Mortalité (en %) au 20 Janvier 1970

Traitements	I	II	III	IV	Moyennes
1	199	16	36	52	75
2	150	30	30	72	103
3	74	20	20	32	37
4	58	26	14	26	31
5	160	14	18	36	57
6	226	32	24	54	84
7	166	18	36	48	67
8	32	12	14	56	29
9	46	2	18	30	24
10	88	16	26	12	36
Moyennes	130	19	27	42	54

Essai MANGORO n°II

Tableau IV - Evolution des hauteurs moyennes (en cm)
parcelle par parcelle

Age	20 mois	2 ans	3 ans	4 ans	5 ans	7 ans	8 ans	9 ans	11 ans
Parcelle	16 mois	16 mois	16 mois	15 mois	16 mois	10 mois	10 mois	10 mois	11 ans
Bloc I. 1!	35	66	91	140	209	372	440	484	600
2!	33	67	103	160	226	408	477	561	625
3!	57	122	219	348	489	812	951	1120	1213
3 calculé!	42	88	140	219	300	461	521	566	646
4!	39	72	108	163	240	413	476	568	643
5!	39	70	123	204	293	476	574	641	720
6!	34	139	231	345	456	712	799	892	969
7!	52	133	231	349	460	732	851	941	1043
8!	65	143	244	353	464	756	865	938	1030
9!	79	164	266	408	522	779	895	1003	1103
10!	66	151	254	372	481	721	842	969	1059
Bloc II. 1!	46	72	97	143	209	371	452	514	607
2!	52	82	119	184	288	506	592	669	751
3!	58	103	155	239	340	536	604	628	736
4!	59	103	155	245	347	554	617	675	745
5!	49	86	135	212	307	523	604	687	760
6!	80	169	262	387	510	761	872	937	1040
7!	97	190	300	436	570	871	969	1065	1160
8!	78	159	253	379	496	754	858	929	1014
9!	97	186	275	407	525	777	874	952	1043
10!	85	167	275	393	524	809	921	1022	1113
Bloc III. 1!	38	57	81	137	217	383	441	520	566
2!	39	62	86	137	223	460	548	620	694
3!	58	111	170	261	359	550	591	626	677
4!	64	116	171	261	371	578	655	713	774
5!	49	78	113	176	268	474	549	606	668
6!	80	160	248	357	476	721	811	887	966
7!	77	166	270	404	539	808	924	984	1071
8!	82	160	239	323	402	576	611	646	708
9!	98	182	269	380	475	696	774	811	908
10!	77	154	244	359	469	720	812	896	985
Bloc IV. 1!	44	67	94	154	246	471	573	657	737
2!	43	72	100	165	264	490	588	679	736
3!	51	88	138	223	320	495	578	644	688
4!	62	103	147	229	323	495	562	621	690
5!	55	93	144	225	314	496	562	605	683
6!	78	176	274	391	515	777	881	961	1049
7!	79	161	249	356	473	685	792	870	939
8!	79	159	250	360	453	643	720	776	849
9!	87	179	267	382	485	698	769	816	889
10!	73	149	231	326	417	617	692	741	815

Tableau V.-

Essai MANGOFO n°II

Mensurations de Novembre 1976

N° parcelle	Surfaces terrières (dm ²)	Hauteurs (dm)	ST x h (dm ³)	Volumes estimés par régression (dm ³)
Bloc I. 6!	175,4	71,0	12453,4!	6310,6
7!	188,7	73,0	12815,1!	6250,0
8!	180,4	75,5	14299,7!	7119,3
9!	209,1	78,0	16231,2!	7965,5
10!	210,0	72,0	15408,0!	7604,7
Bloc II. 6!	225,6	76,0	17145,6!	8365,8
7!	262,3	87,0	22820,1!	10851,2
8!	204,6	75,5	15447,3!	7621,9
9!	225,4	77,5	17468,5!	8507,2
10!	240,1	81,0	19448,1!	9374,3
Bloc III. 6!	216,1	72,0	15559,2!	7670,9
7!	212,9	81,0	17244,9!	8409,3
8!	128,3	57,5	7377,3!	4087,2
9!	188,7	69,5	13114,7!	6600,2
10!	242,5	72,0	17460,0!	8503,5
Bloc IV. 6!	213,7	77,5	16561,8!	8110,0
7!	192,3	68,5	13172,6!	6625,6
8!	197,4	64,5	12732,3!	6432,7
9!	176,7	70,0	12369,0!	6273,6
10!	169,2	61,5	10405,8!	5413,7

Tableau VI.

Essai MANGORO n°II
Mensurations de Novembre 1977

N° parcelle.	Surfaces terrières (dm ²)	Hauteurs (dm)	ST v b (dm ³)	Volumes estimés par régression (dm ³)
Bloc I. 1!	62,9	44,0	2767,6	2062,2
2!	61,9	47,5	2940,3	2143,2
4!	81,9	47,5	3890,3	2550,9
5!	128,5	57,5	7388,8	4092,3
6!	211,8	80,0	16944,0	8277,5
7!	207,1	85,0	17603,5	8566,3
8!	228,7	86,5	19782,6	9520,2
9!	244,2	89,5	21855,9	10428,9
10!	252,2	84,0	21184,8	10134,9
Bloc II. 1!	77,8	45,0	3501,0	2389,4
2!	124,3	59,0	7333,7	4068,2
3!	127,3	60,5	7701,7	4229,3
4!	140,4	61,5	8634,6	4632,0
5!	124,0	60,5	7502,0	4141,9
6!	258,3	87,0	22472,1	10698,8
7!	288,2	97,0	27955,4	13100,5
8!	236,1	86,0	20304,6	9749,4
9!	251,2	87,5	21990,0	10423,2
10!	269,6	92,0	24803,2	11719,6
Bloc III. 1!	72,6	44,0	3194,4	2255,1
2!	122,0	55,0	6710,0	3795,0
3!	114,9	59,0	6779,1	3825,2
4!	138,3	65,5	9058,7	4923,7
5!	139,8	55,0	7689,0	4222,8
6!	255,9	81,0	20727,0	9334,9
7!	242,2	92,5	22402,5	10669,7
8!	170,5	61,0	10400,5	5411,4
9!	224,9	77,5	17429,9	8430,2
10!	286,9	81,0	23328,9	11034,6
Bloc IV 1!	136,4	57,5	7252,0	4341,6
2!	119,5	59,0	7050,5	3944,1
3!	151,2	58,0	8769,6	4697,1
4!	123,8	56,0	6932,8	3892,6
5!	154,8	56,0	8669,8	4652,0
6!	252,2	88,0	22230,4	10619,2
7!	230,4	73,0	16961,6	8826,2
8!	234,7	70,0	16399,4	8357,5
9!	215,2	57,0	13570,4	6113,8
10!	182,1	60,0	10964,0	5980,1

Valeur de ramplagement
de la parcelle 3 du Bloc I 60,5

2032,1

Tableau VII.

Essai MANGORO n° II

Mensurations de Novembre 1978

N° parcelle	Surfaces terrières (dm ²)	Hauteurs (dm)	ST x h (dm ³)	Volumes estimés par régression (dm ³)
Bloc I. 1!	72,9	49,0	3572,1	2420,6
2!	72,6	56,0	4065,6	2636,7
4!	107,9	57,0	6150,3	3549,8
5!	141,1	64,0	9030,4	4811,3
6!	228,4	89,0	20327,6	9759,5
7!	213,2	94,0	20040,8	9633,9
8!	244,7	94,0	23001,8	10930,8
9!	259,5	100,5	26079,8	12278,9
10!	271,2	97,0	26306,4	12378,2
Bloc II. 1!	91,1	51,5	4691,7	2910,9
2!	131,2	67,0	8790,4	4706,2
3!	129,8	63,0	8177,4	4437,7
4!	152,0	67,5	10260,0	5349,8
5!	135,3	68,5	9268,1	4915,4
6!	271,5	93,5	25385,3	11974,7
7!	300,1	106,5	31960,7	14845,8
8!	245,5	93,0	22831,5	10856,2
9!	258,8	95,0	24586,0	11624,7
10!	281,7	102,0	28723,4	13441,2
Bloc III. 1!	85,0	52,0	4420,0	2792,0
2!	138,5	62,0	8587,0	4617,1
3!	123,3	62,5	7706,2	4231,8
4!	151,0	71,5	10796,5	5584,0
5!	154,6	60,5	9352,3	4952,7
6!	260,7	88,5	23072,0	10961,5
7!	252,7	98,5	24882,5	11201,4
8!	201,6	64,5	13003,2	6551,4
9!	238,9	81,0	19350,9	9321,7
10!	306,7	82,5	27449,7	12872,6
Bloc IV. 1!	155,5	65,5	10185,3	5317,1
2!	129,5	68,0	8806,0	4713,0
3!	160,0	64,5	10320,0	5376,2
4!	141,2	62,0	8754,4	4690,4
5!	176,9	60,5	10702,5	5543,7
6!	268,6	96,0	25785,6	12150,1
7!	235,7	87,0	20505,9	9827,6
8!	249,2	77,5	19313,0	9315,1
9!	226,2	81,5	18435,3	8932,7
10!	231,2	74,0	17116,2	8352,0

Valeur de remplacement
de I3

99,5

2361,2

- BIBLIOGRAPHIE -

CTFT-Madagascar.

Juin 1969.

Etude de Reconnaissance de 10.000 ha à reboiser.
Reboisement Industriel du Haut-Mangoro.

CTFT-Madagascar.

Avril 1969.

Compte-rendu d'installation des essais sur Pinus kesiya réalisés par le Service des Eaux et Forêts avec la participation du CTFT. Chantier du Mangoro Campagne 1968-69.

BAILLY C. BENOIT de COIGNAC. MALVOS C. Mars 1971.

Essais sur Pinus kesiya au Mangoro.
Premiers résultats obtenus sur les essais I,II,III et IV. - CTFT-Madagascar.

CTFT-Madagascar

Février 1973

Essais sur Pinus kesiya au Mangoro.
Note succincte sur les premiers résultats.

MALVOS C. - BAILLY C. - BENOIT de COIGNAC- RAMANANTSOAVINA-RAKOTOMANAMPISO

La fertilisation des plantations de Pins à Madagascar.
Expérimentation et mise en oeuvre.
CTFT-Madagascar 1973.

MALVOS C.

Note sur les essais du Mangoro.
FO.FI.FA-D.R.F.P.
Juillet 1978 (n° 428)

MALVOS C.

Rôle du potassium et du phosphore sur la croissance des reboisements de Pinus kesiya à Madagascar.
Université de NANCY I - CTFT.
Octobre 1980

CAILLIEZ F.

Note statistique n°10.
Quelques cas de détection par le calcul d'une donnée aberrante.
CTFT/Nogent - Août 1973.

LECOMPT M.

L'expérimentation et les engrais.
Bulletin des Engrais - 1965.

Mensurations de Décembre 1979 Janvier 1980.

N° parcelle	Surfaces terrières (dm ²)	Hauteurs (dm)	ST x h (dm ³)	Volumes estimés par régression (dm ³)
Bloc I.	110,2	60,0	6612,0	3779,1
2	104,0	62,5	6500,0	3506,8
4	139,5	64,5	8997,8	5189,6
5	180,9	72,0	13024,8	6649,2
6	273,4	97,0	26519,8	12319,1
7	252,4	104,5	26375,8	12148,3
8	287,1	103,0	29571,3	13843,2
9	302,2	110,5	33393,1	15372,5
10	322,1	106,0	34142,6	16009,6
Bloc II.	129,5	60,5	7834,8	4235,4
2	168,8	75,0	12660,0	6854,6
3	161,1	73,5	11840,9	6185,1
4	180,0	74,5	13410,0	6656,0
5	157,8	76,0	11992,8	6060,2
6	312,0	104,0	32448,0	15321,6
7	333,5	116,0	38686,0	17839,9
8	279,3	101,5	28349,0	13376,3
9	296,7	104,5	31005,2	14325,6
10	325,4	111,5	36282,1	16674,9
Bloc III	108,2	56,5	6113,3	3492,7
2	166,1	69,5	11544,0	6167,9
3	145,2	67,5	9801,0	4715,2
4	172,7	77,5	13384,3	6555,1
5	174,6	67,0	11698,2	6076,9
6	289,3	96,5	27917,5	12795,4
7	279,0	107,1	29880,9	13772,5
8	208,6	71,0	14810,6	7278,1
9	266,4	91,0	24242,4	11338,8
10	345,1	98,5	33992,4	15966,5
Bloc IV.	176,9	73,5	13002,2	6539,1
2	151,1	73,5	11105,9	5582,6
3	179,6	69,0	12392,4	6086,2
4	161,8	69,0	11164,2	5777,1
5	194,1	68,5	13295,9	6775,0
6	295,5	105,0	31027,5	14293,9
7	261,9	94,0	24618,6	11797,0
8	277,5	85,0	23587,5	11246,3
9	248,6	89,0	22125,4	10435,1
10	252,2	81,5	20554,3	9900,2

Valeur de remplacement
de I3

133,8

4545,6